

DIE

[M]YODYNAMIK DES HERZENS

UND DER

BLUT-GEFÄSSE.

VORLÄUFIGER BERICHT

VON

H. M. COHEN,
DR. IN HAMBURG.

BERLIN, 1859.
AUGUST HIRSCHWALD.

Nicht ohne eine gewisse Befangenheit übergebe ich diesen vorläufigen Bericht dem wissenschaftlichen Publicum. Für einen Vortrag in der Naturforscherversammlung in Carlsruhe bestimmt, hoffte ich in der Discussion der in diesem Bericht nothwendigen Kürze abhelfen zu können. Ich versuche es nämlich in demselben darzulegen, dass die Quer- und Längsfasern des Herzens und der Blutgefässe sich im Wechsel (im Rhythmus) zusammenziehen und erschlaffen, wie die Antagonisten der willkürlichen Muskeln, so dass die Contraction der einen Faserrichtung die Verkürzung derselben und hiermit die Erschlaffung und die Verlängerung der entgegengesetzten Faserrichtung bedinge, und dass die Contraction der Muskelfasern des Herzens und der Blutgefässe in ihrem Längedurchmesser alle Bewegungen derselben als hieraus entspringende innere Nothwendigkeit hervorbringe, ohne irgendwie die Mithülfe des Blutdrucks, der Blutwellen, der Saugpumpen und der Elasticität der Gefässwände zu beanspruchen. Ich theile daher diesen vorläufigen Bericht in einen anatomischen und physiologischen Theil, während ich die mehr entwickelte Darlegung und die ganze pathologische Seite einer grösseren Arbeit vorbehalte. Ich bevorworte hierbei, dass ich im anatomischen sowohl wie im physiologischen Theil nur das zur Erläuterung meiner Ansichten Nothwendige darlegen werde.

I. Anatomischer Theil.

§. 1. Die Durchmesser der Ventrikel.

Das Herz hat wie jeder Körper 3 Durchmesser.

1stens einen Querdurchmesser, der von dem äussern Rande des rechten Ventrikels quer über dem *Septum ventriculorum* parallel mit dem *Sulcus transversalis* sich bis an den äussern Rand des linken Ventrikels erstreckt. Diese Richtung wird von den, später zu definirenden, beiden Ventrikeln gemeinschaftlichen, und den, einem jeden Ventrikel eigenthümlichen Quermuskelfasern innegehalten. Ziehen sich diese zusammen, so wird der Querdurchmesser verengt, es erschlaffen im Gegentheil die Längsfasern und werden länger.

2tens. Einen Längedurchmesser von den *Nodulis Arantii* der *Valvulae semilunares* parallel mit dem *Sulcus longitudinalis* bis nahe der Herzspitze am rechten Ventrikel und in die Herzspitze am linken Ventrikel sich erstreckend.

Diesen entsprechend verlaufen:

a) die beiden Ventrikeln gemeinschaftlichen;

b) die jedem Ventrikel speciell eigenthümlichen Längefasern und

c) die *Musculi papillares.*

Ziehen sich diese Muskelfasern zusammen, so wird der Längedurchmesser verkürzt, die Querfasern erschlaffen, der Querdurchmesser der Ventrikel wird grösser.

3tens. Einen Dickedurchmesser von vorn nach hinten mitten durch das *Septum ventriculorum.*

In einem etwas stumpfen Winkel zu diesem verlaufen die Durchmesser der Atrien; nämlich:

1stens im Durchmesser vom äussern Rande des rechten Atrium quer über das *Septum atriorum* bis zum äussern Rande

des linken Atrium. Auf diesem Wege verlaufen die, beiden Atrien gemeinschaftlichen und die, einem jeden Atrium eigenthümlichen Querfasern. Die Contraction derselben wirkt auf die Atrien wie oben.

2tens einen Längendurchmesser von der Mündung der *Venae cavae* und *pulmonales* bis zu den *Nodulis* der *Valvulae bi-* und *tricuspidalis.* Die Contraction der in dieser Richtung verlaufenden Längefasern bewirkt eine Annäherung der Venenmündungen an die Ostien, eine Erweiterung der Atrien im Querdurchmesser.

Die Durchmesser der Gefässe sind:

1stens der Längedurchmesser, in welchem die Längsfasern der innern und äussern Schichten verlaufen.

2tens der Querdurchmesser, in welchem die Circularfasern der Mittelschichte sich erstrecken.

§. 2. Die Befestigungen des Herzens.

Das Herz hat directe und indirecte Befestigungen. Die directen Befestigungen finden an den Arterien und Venen Statt. In dieser directen Befestigung an den Gefässen findet ein Unterschied Statt, der von immenser Wichtigkeit für unsern Gegenstand ist, und den ich wohl zu beachten ersuche, da hierdurch im Verein mit dem Ueberwiegen der Muskelfaser an der vordern Herzfläche und dem Freischweben des einen Endpunktes des Längedurchmessers, der Herzspitze, die Rotationen und der Herzstoss bewirkt werden.

Es ist nämlich die Befestignng des Herzens an den Gefässen, die den grossen Kreislauf bilden, die also in Capillaren übergehen, ganz unzweifelhaft eine weit weniger bewegliche, als diejenige, die an einem beweglichen Organ, den Lungen, stattfindet.

Es wird und muss also die Befestigung des Herzens an

den Venen und Arterien des grossen Blutkreislaufs ein *Punctum fixum* bilden, für die in diesem Durchmesser verlaufenden Muskelfasern. Seiner ganzen Organisation entsprechend, ist das *Cor venosum* an den Venen des grossen Kreislaufs befestigt, hat an ihnen sein *Punctum fixum.* Da nun die Querfasern im Querdurchmesser zwischen den beiden Atrien verlaufen, so haben die Querfasern des Herzens ihr *Punctum fixum* an den *Venis cavis.* Die Contraction dieser Fasern muss daher vermittelst der, beiden Ventrlkeln gemeinschaftlichen, Querfasern die linke Herzseite zu diesem *Punctum fixum* hinziehen. Da nun, wie bekannt, die vordere Herzfläche die hintere an Musculatur überwiegt, so wird die untere Fläche des Herzens verhältnissmässig zur Vorderfläche nach links nachgeben müssen: dahin verlängert, etwas mehr convex zur hintern Fläche des Pericardium werden. Wäre nun die linke Herzseite freischwebend, wie die Herzspitze, so hätten wir nun ausser der so eben in ihren Umrissen gezeichneten Rotation von links nach rechts auch einen Herzstoss links, welches aber durch die Befestigung an den *Venis pulmonalibus* verhindert wird.

Dem rechten Ventrikel in seiner ganzen Organisation entgegengesetzt, zu dem arteriellen Bau mehr hinneigend, ist das *Cor arteriosum* mehr unbeweglich an der zum grossen Kreislauf bestimmten Aorta befestigt, hat an ihr sein *Punctum fixum.* Da nun (wie später erörtert werden wird) die, beiden Ventrikeln gemeinschaftlichen, Längsfasern an der äussern Seite des rechten Ventrikels herabsteigend, und für sich allein den Wirbel, die Herzspitze bildend, an der innern Seite des linken Ventrikels hinansteigen und daselbst ihr *Punctum fixum* haben, so muss eine Contraction dieser Fasern Erstens die rechte Herzkammer, da die untre Fläche des Herzens der obern nachgiebt, von rechts nach links hinziehen, die Ro-

tation von rechts nach links bilden. Zweitens muss, da die Herzspitze freischwebt, die untre Herzfläche, wie gesagt, der obern nachgiebt, die Basis des Herzens mit ihrem *Punctum fixum* die Spitze zu sich hinziehen, und heben, es muss das Herz im Ganzen in seinem Längedurchmesser verkürzt, speciell muss die hintre oder untre Herzfläche länger und mehr convex, als die vordre, die Vorderfläche mehr concav werden, die (an der Aorta) befestigte Basis der Brustwand näher rücken und die Mitte des Herzens sich mehr vom Sternum entfernen, somit rhythmisch von derselben in der Diastole der Herzstoss gebildet werden.

Da ferner beide *Puncta fixa,* sowohl das *Atrium dextrum* als die Aorta, der vordern Brustwand näher liegen, als die beiden Befestigungen des Herzens an den beweglicheren Lungen (*Arteriae* und *Venae pulmonales*), so muss die Anziehung der Querfasern zu den *Venis cavis,* die der Längsfasern zu der Aorta eine wirkliche Rotation bewirken, was mehr nach hinten lag, nach vorn drehen, in der Rotation von links nach rechts die linke mehr nach hinten befindliche Kammer nach vorn, in der Rotation von rechts nach links die jetzt etwas nach hinten gedrängte rechte Kammer nach vorn hinziehen.

Diese, wie ich hoffe, unabweislichen Folgen der Befestigungen des Herzens bilden einen nicht unbedeutenden Theil meiner Theorie der Herzbewegungen. Diese directen Befestigungen des Herzens sichern dasselbe vermittelst der Arterien vor dem Heruntersinken im Längedurchmesser, vermittelst der beiderseitigen Venen vor dem Hin- und Herschwanken im Querdurchmesser.

Die indirecte Befestigung des Herzens geschieht vermittelst des Pericardium. Bekanntlich schlägt sich das seröse Blatt desselben in der Gegend der Herzgefässe um und überzieht das ganze Herz. Die Wichtigkeit dieser Befestigung

erhellt zur Genüge aus dem bekannten Traubeschen Fall, in welchem eine Falte in dieser Befestigung von der höchsten pathologischen Wichtigkeit war.

Die enge Vereinigung dieses serösen Blattes mit dem fibrösen des Pericardium befestigt das Herz nach unten am Centrum tendineum diaphragmatis, wodurch das Abweichen des Herzens nach oben verhindert wird. Ferner ist das Pericardium durch kurzes Zellgewebe am Sternum und theilweise am Mediastinum befestigt, wodurch einer jeden Abweichung im Dickedurchmesser des Herzens (d. h. von vorn nach hinten) möglichst vorgebeugt wird.

Hamernjks Falz kann ich unmöglich als Befestigung anerkennen, da hier nur eine Lage gezeichnet, eine Befestigung aber, keine Adhaesion, sondern eine Cohäsion bezeichnet, die wenigstens kurzes Zellgewebe als verbindende Substanz erfordert.

Als Bestätigung meiner Ansichten über die indirecten Befestigungen des Herzens vermittelst des Pericardium verweise ich auf Luschka's Abhandlung über die fibrösen Bänder des Herzbeutels (siehe Henle und Pfeuffer's Zeitschrift f. rat. Med. 3. Reihe IV. B. 1t. und 2t. H. S. 102 u. s. w.). Luschka beschreibt hier 4 Ligamente, welche die fibröse Lamelle des Pericardium im longitudinalen und Dickedurchmesser befestigen, nämlich:

1stens die Fascia endothoracica, welche vom Centrum tendineum diaphr. (wie am Herzen) stärker an dessen Vorderfläche als an der hintern Seite am Pericardium in die Höhe steigt, und dessen Abweichen nach oben Einhalt thut.

2tens ein sternopericardiales Ligament vom Manubrium sterni sich in das erste Drittel des Pericardium herabsenkend, und das Senken des Pericardium nach unten verhindernd.

3t. und 4t. 2 sternopericardiale Ligamente von der Ba-

sis des Process. xiphoid. zu der Pars sternalis diaphragm. und dem untern Drittheil des Pericardium, und, vom Sternum in der Höhe der 3ten Rippe sich zum mittleren Dritttheil des Pericardium erstreckend, welche das Abweichen des Herzbeutels von vorn nach hinten verhindern.

§. 3. Die Herzsubstanz.

Wohl selten mag eine falsche Benennung so bedeutende Irrthümer in der Erforschung des Wesens eines organischen Gebildes nach sich gezogen haben, als das Wort Muskel, Hohlmuskel (Contradictio in adjecto) für das Herz.

Das Herz vereinigt in derselben Wandung zwei in entgegengesetzter Richtung verlaufende Fasermassen, Quer- und Längsfasern als entschiedene Eigenthümlichkeit der glatten Fasern eines Darms oder Hohlgefässes, ein quergestreifter Muskel hingegen bezeichnet ein Bündel Muskelfasern, die einer Richtung allein angehören, während in dessen Antagonisten, von ihm getrennt, die entgegengesetzte Richtung vertreten ist. Das Herz ist also kein Muskel, sondern ein Hohlgefäss, und zwar bilden die Ventrikel das Anfangsstück der Arterien die Atrien das Endstück der Venen, worauf die Verschiedenheit in der Substanz beider genügend hindeutet. Das Herz ist aber das einzige Organ am Körper, welches sich durch eine Querstreifung der glatten Faser auszeichnet, (kleine unbedeutende Ausnahmen an der Harnblase ausgenommen, die hier nicht in Betracht kommen) eine Anordnung der Natur, die bei diesem zum Leben des Individuum wichtigsten Organ von hoher Nothwendigkeit ist. Der Rhythmus des Herzens erfordert eine augenblickliche Reaction desselben auf sein Reizmittel, das Blut, zugleich mit einer conservativen Fortführung dieser einmal gegebenen Bedingungen, wie wir es z. B. im ausgeschnittenen Herzen noch längere Zeit bemerken können.

Bekanntlich ist aber die augenblickliche Reaction auf einen gegebenen Reiz das Prädicat der quergestreiften Fasern, das Festhalten an solchen Bewegungen und Fortführen derselben die Eigenthümlichkeit der glatten Faser. Die Vereinigung dieser beiden Eigenschaften in einem und demselben Organ konnte daher nur durch die quergestreifte glatte Faser erreicht werden. Dass diese Eigenthümlichkeit auch auf das Zustandekommen des Rhythmus Einfluss hat, ist selbst verständlich, muss jedoch an einer andern Stelle erörtert werden.

Eine zweite Eigenthümlichkeit der Substanz dieses Hohlgefässes des Herzens ist, dass nicht, wie in den Blutgefässen, sich unter dem anatomischen Messer die beiden Schichten (Quer- und Längsfaser) so streng von einander trennen lassen, und (in freilich nur geringer Menge) mit einander verwebt scheinen, was die Festigkeit der Substanz nur erhöhen kann. Ich bin aber durch ein anderes Organ, den Uterus, überzeugt, dass im Leben hier ein ganz anderes Verhältniss obwaltet, als im Tode, dass die im Tode fest mit einander verbunden scheinenden Fasern im Leben von einander getrennt sind, in verschiedenen Zeiträumen sich zusammenziehen, verschiedenen Einflüssen gehorchen, und nur festes, kurzes Zellgewebe in seiner Contraction nach dem Tode scheinbar eine feste Cohäsion darbietet.

Hier am Herzen haben wir uns als eines sichern Wegweisers für seine Substanz und die Richtung, den Verlauf seiner Fasern an seine Bewegungen zu halten.

Das Herz bietet uns aber folgende Bewegungen dar, Systole, Diastole, 2 Rotationen und den Herzstoss. Wenn nun schon aus dem Vorhergehenden und noch deutlicher aus dem Folgenden sich ergeben wird, dass die Rotation von links nach rechts nur die systolische Contraction der Querfasern am *Punctum fixum* ist, nämlich an dem einen Ende des Quer-

durchmessers, an den Venis cavis, die Rotation von rechts nach links ein Ergebniss der diastolischen Contraction der Längsfasern am Punctum fixum derselben, der Aorta, der Herzstoss aber bedingt ist durch die überwiegende Musculatur der vordern Herzfläche in der Diastole, die Befestigung des Herzens an der Basis, während die Spitze frei schwebt, und das *Punctum fixum* der Längsfasern an der Aorta, so bleiben uns als selbstständige Bewegungen des Herzens nur Systole und Diastole übrig, und die Aufgabe, die Contraction der Quer- und Längsfasern als die Ursache dieser Bewegungen darzustellen.

§. 4. Die Musculatur der Vorderseite des Herzens ist um ein Bedeutendes stärker, als die der hinteren Seite.

Mehrfach ist in Obigem der überwiegenden Muskelmasse der vorderen Herzfläche Erwähnung gethan, einer allbekannten Thatsache, deren Einfluss auf die Gestaltung der Herzbewegung bisher nicht sattsam erkannt war. Dieser grelle Unterschied zwischen der Musculatur der Vorder- und Hinterseite ist aber nicht eine dem Herzen allein zukommende Eigenthümlichkeit, sonsern möchte wohl mit Recht, da sie sich am ganzen Körper nachweisen lässt, als allgemeines physiologisches Gesetz sich aussprechen lassen, nämlich: „dass diejenigen Muskelfasern, welche der atmosphärischen Luft näher liegen, an Kraft und Zahl solche, welche der Luft mehr entrückt sind, übertreffen, wahrscheinlich durch die überwiegende Athmung dieser Fasern vermittelst der grössern Nähe der Luft und der grösseren Sättigung derselben an Sauerstoff, wenn nicht vielleicht (wie z. B. in den electrischen Fischen und wie noch jüngsthin im Wels Reymond nachgewiesen hat) electrische Kräfte auch hier diesen Unerschied zwischen der vordern und hintern Fläche bedingen. Es bedarf hiebei wohl kaum der Erwähnung, dass diese grössere

Stärke der der Atmosphäre näher liegenden Muskelpartieen nun schon längst Race geworden ist.

Dieses Ueberwiegen der Muskelfasern an der Vorderfläche ist am Uterus allbekannt, ich habe es aber auch am Magen und der Harnblase wiedergefunden. Was aber hier wohl den wichtigsten Beleg für diesen meinen Satz liefert, ist, dass diejenige Muskelfaser des ganzen Körpers, welche der atmosphärischen Luft näher liegt, rigider und straffer ist, als das mehr nach dem Innern befindliche Fleisch, ein unter den Schlächtern schon seit Jahrhunderten wohlbekannter Satz.

Diese stärkere Musculatur an der Vorderfläche des Herzens gilt selbstverständlich den Längsfasern wie den Querfasern. Ziehen sich nun die Längsfasern zusammen hin zum Punctum fixum, zur Aorta, so muss zu dieser die rechte in ihrer Längsfaser an der beweglichen Arteria pulmonalis befestigte Herzseite, also zur linken hingezogen werden, die Rotation von rechts nach links bilden. Zugleich muss die hintere Fläche der überwiegenden Kraft der Vorderseite nachgeben, länger werden im Verhältniss zu derselben, convex zum Pericardium, das Herzbeutelwasser nach vorn drängen. An der Vorderseite muss, da die Herzspitze freischwebt, und diese im Wirbel bloss aus Längsfasern besteht, ganz der linken Kammer angehört, und die hintere Herzfläche nachgiebt, die vordere Herzfläche concav, die Spitze in die Höhe geschnellt werden, das Herzbeutelwasser besonders zur Herzmitte sich mehr ansammeln, die Basis daher in der Diastole der Brustwand nahe, die Mitte entfernt, die Spitze an die Brustwand anschlagend den Herzstoss bilden. Ziehen sich hingegen die Querfasern in der Systole zusammen zum Punctum fixum, den Venis cavis, so wird die linke Kammer dorthin gezogen werden, die hin-

tere Herzfläche im Querdurchmesser im Verhältniss zur Vorderfläche verlängert werden, ihr nachgeben. Dieses Nachgeben kann aber nicht so bedeutend werden, wie im Längendurchmesser, indem das Herz am andern Ende des Querdurchmessers (am linken) nicht freischwebt, sondern an den Venis pulmonalibus befestigt ist. Durch dieses Nachgeben wird die linke Herzseite etwas nach vorn, die ganze Herzfläche (beide Ventrikel) vermittelst der beiden Ventrikeln gemeinschaftlichen Querfasern zum Punctum fixum nach rechts hingezogen, die Rotation von links nach rechts gebildet werden.

§. 5. Das Endocardium der Ventrikel.

Um nun einen klaren Durchblick für alles Andere, was wir an den Bewegungen des Herzens wahrnehmen, zu gewinnen, müssen wir mit dem Endocardium beginnen, da sich an ihm und dem Endtheil desselben, der einen Membran der Valveln, als innere Nothwendigkeit die in verschiedenen Zeitmomenten erfolgende Schliessung und Oeffnung der Valveln ergeben wird, die bisher nur als schwankendes Ergebniss der Blutwelle, der Saugkraft des Herzens u. s. w. dargelegt wurde.

Das Endocardium, aus Epithel, Längsfasern, elastischem Gewebe und Zellgewebe bestehend, bildet in seinem Endpunkt eine der beiden Lamellen, aus denen jede Valvel besteht, ohne je in die andere Lamelle überzugehen, oder diese mitzubilden, jedoch mit folgendem höchst wesentlichen Unterschied. Es sind nämlich die Valveln der arteriösen Ostien in die Arterien hinausschlagend, die Valveln der venösen Ostien hingegen in die Ventrikel sich hereinerstreckend. Betrachten wir nun den Verlauf des Endocardiums bis zu den Valveln genauer, so muss dieses unbedingt in den arteriösen Valveln die innere Lamelle derselben bilden, während dasselbe eben so sicher an den in das Herz hineinschlagenden

Valveln der venösen Ostien die äussere Lamelle bilden muss. Wenn sich nun später ergeben wird, dass die von dem Endocardium gebildeten Lamellen beider Valveln (der arteriösen wie der venösen Ostien) von Muskelfasern regiert werden, die derselben Richtung (dem Längendurchmesser) angehören, so wird und muss die gleichzeitig erfolgende Contraction dieser Fasern die arteriösen Valveln schliessen, während sie die Valveln der venösen Ostien öffnen muss, ein Resultat von ungemeiner Wichtigkeit und Tragweite.

§. 6. Der fibrocartilaginöse Ring.

Dieser bisher als Anfangs- und Endpunkt vieler Muskelfasern beobachtetete Ring ist eben nichts Anderes, als eine Fascia, die in ihren Oeffnungen den sie durchsetzenden Längsfasern der Arterien und der Ventrikel, die nun als Sehnenfasern sich gestalten, den Verlauf an der hinteren Seite der Valveln (deren innerer Lamelle) im Zellgewebe bis zu der freien Spitze derselben gestattet, und deren Kraft verstärkt. Der fibrocartilaginöse Ring sowohl an den Ostiis arteriosis als venosis ist offenbar nur für diejenigen Längsfasern bestimmt, welche die Schliessung der Valveln bewirken, als die nothwendige Verstärkung eines Acts, der trotz einer andringenden Blutwelle, und auf dieselbe, die Valveln schliessen soll, während die Oeffnung von der andringenden Welle begünstigt wird, also nur einer geringeren Kraft bedarf.

§. 7. Die Muskelfasern der Ventrikel.

Die Ventrikel bieten bei genauerer topographischer Ermittelung ihres Muskelsystems dieselben Faserschichten in derselben Folgereihe dar, wie wir sie an den Gefässen bemerken, nämlich Längsfasern als innere Schichte, Querfasern als mittlere Schichte, und wiederum Längsfasern als dritte äussere Schichte. Der Unterschied in den beiden Ventrikeln (dem Cor arteriosum und venosum) besteht hauptsächlich in

der Mächtigkeit der Mittelschichte des Cor arteriosum, ganz auf dieselbe Weise wie zwischen Arterien und Venen. Wir haben daher 1. die Längsfasern, welche zwiefach sind,

a) die einem jeden Ventrikel speciell angehören. Diese zerfallen wieder in folgende 2 Unterabtheilungen:

α. in die im Herzfleisch eingebetteten Längsfasern, die sich, analog dem Längendurchmesser des Herzens, den fibrocartilaginösen Ring der Ostia arteriosa durchsetzend, an der hintern Fläche der aus dem Endocardium entspringenden inneren Lamelle der Valvulae semilunares erstrecken müssen. In der Contraction müssen diese den Längendurchmesser des Ventrikels verkürzen und die Valvulae semilunares nach unten ziehen, schliessen;

β. in die Papillas musculares, welche an der Basis aus dem Herzfleisch entspringend, sich von demselben trennen, freischweben, und in einem etwas stumpfen Winkel (ähnlich demjenigen Winkel, den die Atrien überall gegen den Ventrikel bilden) aufwärts streben und in Sehnenfäden übergehen, welche sich in 3 Ordnungen an die von dem Endocardium gebildete äussere Lamelle an der innern Oberfläche derselben (nicht wie die zum Schliessen der Valveln bestimmten Fasern am Zellgewebe hinter derselben) festsetzen. Ihre Contraction, da sie demselben Längendurchmesser angehören, auch an der Basis mit den unter α beschriebenen zusammenhängen, bewirkt gleichfalls eine Verkürzung des Längendurchmessers des Herzens, öffnet aber (wie sich von selbst versteht, da sie an der äusseren Lamelle angesetzt sind), die Valvulas bi- und tricuspidales, gleichzeitig mit dem Schliessen der Valvulas semilunares, welches durch die in α beschriebenen Fasern bewirkt wird.

b) die beiden Ventrikeln gemeinschaftlichen Längsfasern. Sie haben ihren Mittelpunkt im Wirbel, der der linken Kam-

mer allein angehörigen Herzspitze, und verlaufen rechts und links auf folgende Weise. Während sie nun an der rechten Kammer mehr nach aussen sich erstrecken, verlaufen sie an der innern Seite der linken Kammer nach oben zu dem Punctum fixum derselben, der Aorta. In der Contraction müssen diese Fasern die Wirkung der unter α und β beschriebenen Muskelfasern verstärken, also den Längendurchmesser des Herzens verkleinern, ferner sich zum Punctum fixum, zu der Aorta hinziehen, die rechte an die mehr beweglichen Lungen befestigte Kammer zur linken nach sich ziehen (die Rotation von rechts nach links bilden) und da sie an der Vorderfläche des Herzens stärker sind als an der hinteren, so muss die freischwebende, nicht befestigte Herzspitze hinaufgeschnellt werden, und in ihrer Annäherung zur Basis den Herzstoss in der Diastole bilden.

2. Die Querfasern.

Diese theilen sich wieder:

a) in die einem jeden Ventrikel eigenthümlichen, welche den Ventrikel in seinem Querdurchmesser verkleinern (der Systole); sie würden, wenn die sogleich unter b zu beschreibenden, beiden Ventrikeln gemeinschaftlichen, Querfasern nicht beständen, die Ventrikel von einander abziehen, nach beiden Seiten von einander entfernen; dies wird jedoch verhindert durch

b) die beiden Ventrikeln gemeinschaftlichen Querfasern. Diese ziehen beide Ventrikel zusammen hin zum Punctum fixum derselben, an der rechten Kammer den Venis cavis, bilden daher (s. oben) die Rotation von links nach rechts, und vergrössern zugleich hiermit in der Systole den Dickedurchmesser des Herzens von vorn nach hinten.

Der Verlauf der Querfasern kann nur parallel dem fibrocartilaginösen Ring sich erstrecken, diesen nicht schneiden,

also nicht zu den *Valvulis semilunaribus* sich erstrecken, eben so wenig aber zu den *Valvulis bi-* und *tricuspidalibus*, bei denen dies überdies die dem Längendurchmesser angehörigen *Musc. papillares* augenscheinlich documentiren. Die Querfasern haben dahen daher auf die Valveln schlechterdings keinen Einfluss, sie sind naturgemäss erschlafft, wenn die Längsfasern sich zusammenziehen und (s. oben) auf die Valveln einwirken. Sind die Querfasern aber in der Contraction, so erschlafft erstens die Wirkung der, die *Valvulas bi-* und *tricuspidales* eröffnenden, *Musculi papillares*, diese Valveln können nun, einer andern Kraft nachgebend, sich schliessen; es erschlaffen gleichzeitig die Längsfasern an der innern Lamelle, der *Valv. semilunares*, sie werden von diesen nicht mehr geschlossen, können gleichzeitig mit den vorigen einer anderen Kraft nachgeben, welche diese eröffnet. Es werden daher während der Systole nicht durch die Querfasern der Ventrikel, sondern nur dadurch, dass mit der Contraction der Querfasern die Längsfasern nur erschlafft sind und nachgeben, von andern Kräften (s. Folgendes) die *Valvulae semilunares* geöffnet, die *Valvulae bi-* und *tricuspidalis* geschlossen.

Ehe wir nun zur Beschreibung der Valveln übergehen, müssen wir zuvörderst die Organisation der Atrien und der Blutgefässe darlegen, da die Ventrikel nur die innere Lamelle der *Valvulae semilunares* und die äussere der *Valvulae bi-* und *tricuspidalis* bilden, während die innere Lamelle der *Valvulae bi-* und *tricuspidalis* von den Atrien, die äussere Lamelle der *Valvulae semilunares* von den Arterien beschafft wird.

§. 8. Das Endocardium der Atrien.

Das Endocardium der Atrien, aus denselben Bestandtheilen wie das der Ventrikel bestehend, nur um etwas dünner, überschreitet den fibrocartilaginösen Ring und muss, da

die Valveln der *Ostia venosa* in die Ventrikel hineinschlagen, nothgedrungen an deren inneren Seite stattfinden. Sie geht nirgends in die äussere Lamelle über, wie dies überhaupt in keiner Herzvalvula geschieht, indem die beiden Lamellen allenthalben durch ein kurzes Zellgewebe von einander getrennt sind, auch will man die dynamische Entfernung beider Lamellen in entgegengesetzter Richtung beobachtet haben. Der Ursprung jeder der beiden Lamellen aus heterogenen Organen (Atrien und Ventrikel, Arterien nnd Ventrikel) ergeben schon von vornherein dies Resultat.

§. 9. Die Muskelfasern der Atrien.

1. Die Längsfasern. Sie liegen, wie überall in den Gefässen, nach innen. In ihrem Verlauf (am rechten Atrium als *Musculi pectinati*) durchsetzen sie den fibrocartilaginösen Ring und verbreiten sich blattförmig hinter und an der innern Lamelle dieser Valveln. Sie müssen in ihrer Contraction diese Valveln zu den Venen anziehen, sie schliessen.

2. Die Querfasern. Diese können in ihrem Verlauf, wie leicht ersichtlich, den fibrocartilaginösen Ring nicht schneiden, sich nicht zu den Valveln erstrecken, keinen Einfluss auf sie ausüben, ausser, dass wenn sie sich contrahiren, die Längsfasern erschlaffen. Diese letztern können keine fernere Einwirkung auf die *Valvulae atriorum* ausüben, diese also nicht mehr schliessen. Sie zerfallen in 2 Abtheilungen:

a) In die einem jeden Ventrikel eigenthümlichen, welche bis in und an das *Septum atriorum* sich erstrecken, in ihrer Contraction den Querdurchmesser der Atrien verkleinern.

b) In die, beiden Atrien gemeinschaftlichen, Querfasern, welche an der Oberfläche verlaufend, wenn sie sich contrahiren, beide Atrien einander nähern.

§. 10. Die Blutgefässe.

1. Die Arterien. Sie bestehen aus den bekannten drei Schichten:

a) der inneren Schicht, die ausser den übrigen Theilen vorzugsweise aus Längsfasern besteht. Die Contraction derselben verkürzt das Gefäss in seinem Längendurchmesser, dasselbe kehrt aus seiner Schlängelung zurück. Es erschlafft hiebei die Mitttelschichte, die Ringfaser, der Querdurchmesser des Gefässes ist erweitert (der Pulsschlag). Diese innere Schicht ist die einzige an der Arterie, welche bei dem Zusammentreffen derselben mit dem fibrocartilaginösen Ring und der inneren Lamelle der *Valvula semilunaris* (welche aus dem Endocardium der Ventrikel entsprungen, den Ring überschritten hat) sich bis an den freien Rand der äusseren Lamelle dieser Valvel erstreckt, diese bildet, während die mittlere und äussere Schicht hier enden, wodurch die bedeutende, sogenannte Verdünnung der Arterien an dieser Stelle (bis auf $\frac{1}{4}$ und noch weniger der früheren Dicke) entsteht. Man vergl. hiebei Luschka über die Structur u. s. w. im Vierordts Archiv, Jahrgang 56, S. 537. ff., besonders Fig. 1. Wiederum sehen wir hier (wie in den Ventrikeln und Atrien) nur die Längsfaser an dem Einfluss auf die Valveln betheiligt, wie es bei einem Theil, der die freie rechtwinklige Spitze eines Dreiecks bildet, wohl nicht anders sein kann. Sind diese Längsfasern, welche die äussere Lamelle der *Valvulae semilunares* bilden, in der Contraction, so müssen sie sich zur inneren Wandung der Arterie zurückziehen, die Valvel also öffnen;

b) der mittleren in den Arterien bevorzugten Schicht der Ring- oder Querfasern. Sie entleeren, insoweit es einem nicht flachen, sondern kreisrunden Lumen möglich ist, die

Gefässe (eine kleine blutgefüllte Säule ist wohl, der Form nach zu schliessen, stets vorhanden). In ihrer Contraction erschlaffen die Längsfasern der inneren Schicht, diese können nunmehr (in der Systole) die *Valvulae semilunares* nicht mehr öffnen, getatten es daher den Längsfasern der Ventrikel, die ihr zugehörige innere Lamelle der *Valvula semilunaris* zu schliessen;

c) der äusseren Schicht, deren äusserer Theil, die Zellhaut, aus mehr gemeinschaftlichen (dem Gefäss, der Gefässscheide, dem umgebenden Zellgewebe) Längsfasern bestehend, theilweise in ihrer Contraction die innere Längsfaser unterstützt.

2. Die Capillargefässe.

Das Capillarsystem besteht aus structurlosen Membranen mit seltenen längsovalen, im Längendurchmesser liegenden Kernen, besonders in der Gegend der Theilung. Ihr Lumen im ganzen Netz derselben Stelle (an andern Stellen kann das Lumen grösser sein) fast durchweg gleich vom Ende der Arterien bis zum Anfang der Venen oder des Venennetzes, während die Arterien und Venen in steter Zunahme bis zum Herzen verlaufen, bezeichnet dies System als ein autonomisches Mittelglied zwischen beiden Gefässsystemen: gleichsam als neutralen Grund. Hierdurch kann die durch die Pulsation, den Rhythmus, bedungene Langsamkeit der Blutbewegung (wenn auch schon in den letzten Arterienzweigen bei weitem schneller als im Anfang der grösseren Stämme) in die höhere Schnelligkeit des continuirlichen Stromes übergehen. Eine Contraction kann anatomisch hier nur im Längendurchmesser nachgewiesen werden, da hier nur längsovale Zellenkerne gefunden werden; ob nicht, wie in den niederen Thieren, wo oft Contractionen stattfinden, ohne dass wir in der structurlosen Gallerte Fasern nachweisen können, auch

hier Zusammenziehungen im Querdurchmesser stattfinden können, ist Sache der Vermuthung.

3. Die Venen.

Sie bestehen gewöhnlich, mit einem kleinen Netz beginnend, aus denselben Schichten wie die Arterien, nur mit dem Unterschied, dass die elastischen Membranen theils sehr schwach, theils gar nicht vertreten sind, ferner, dass die Längsfaser in ihnen bei weitem bevorzugt ist, sogar die Mittelschicht mitbildet und in der Adventitia auffallend kräftiger und mächtiger ist, daher in der Contraction des ganzen Gefässes grösstentheils die Diastole (Verkürzung des Gefässes im Längendurchmesser) begünstigen wird mit zeitlich kaum merklicher Systole (eine für den schnelleren continuirlichen Strom nothwendige Einrichtung), endlich, dass sie Valveln besitzen, wodurch bei der unter gewissen Bedingungen stattfindenden Verlangsamung des Blutlaufes und daher entstehender Pulsation (s. Reichert über die ersten Blutgefässe u. s. w. in den Studien des physiolog. Instituts, 58) ein Sphincter gegeben ist, der bei dem Mangel an kräftiger Ringfaserschicht den Rhythmus in der Blutbewegung unterstützt. Die Valveln finden daher nur statt, wo Venenpulsation (s. Reichert a. a. O.) im ersten Fötalzustand stattfindet und sich auch in den späteren Zuständen bilden kann, nämlich in den Venenanfängen als Nachwirkung der Arterien und im Endtheil der Venen als Rückwirkung des Rhythmus der Atrien, während zwischen diesen beiden Strecken, also allenthalben, wo diese Pulsation den Blutlauf nicht verlangsamen kann, sondern der schnellere continuirliche Strom stets herrscht, keine Valveln sich vorfinden.

Die Venenvalveln, besonders an Stellen belegen, wo mehrere kleinere Gefässe sich in einen grösseren Raum vereinigen, bestehen aus zweien Lamellen mit Zwischenzellge-

webe. Jede dieser Lamellen vom angewachsenen bis zum freien Rande ist einzig und allein aus Epithel und Längsfasern, also aus der ganzen inneren Venenschicht, gebildet. Unter diesem angewaehsenen Rand (wo die innere Sehicht sich in die innere und äussere Lamelle der Valvel erstreckt) befindet sieh ein knotiger schon von aussen bemerkbarer Wulst aus fibrösem Gewebe gebildet, der offenbar im Querdurchmesser des Gefässes verläuft (wie auch schon aus der Ringform dieses Gebildes hervorgeht), ferner bemerkt man daselbst ein Zusammenschnüren des Gefässes in Falten (als ob man einen Beutel mit einer Schnur zusammenzieht), welches wiederum nur von einer Contraction der Querfasern herrühren kann. Diese Venenvalveln schlagen, wie alle übrigen Valveln, naeh dem Herzen hin. Die innere Lamelle dieser Valveln, von der inneren Schicht, der Längsfaser, des vor der Valvel (entfernter vom Herzen) befindlichen Venentheils gebildet, muss nothwendigerweise in ihrer Contraction sich schliessen, so wie die äussere Lamelle, von dem über der Valvel (dem Herzen näher) befindlichen Venentheil gebildet, bei stattfindender Pulsation, also Contraction, sich öffnen wird.

Wie bei den andern Valveln wird nun der oben ausführlich beschriebene doppelte Gegensatz, einerseits zwisehen Quer- und Längsfaser (Systole und Diastole), andererseits zwischen äusserer und innerer Lamelle (also ob vom Herzen entfernter oder näher, über oder unter der Valvel), aueh hier stattfinden. Ist Contraction der Längsfaser in der Diastole unter der Valvel, so wird diese geschlossen, während dieses Zeitraums herrscht die Systole in dem Venentheil über der Valvel (dem Herzen näher). Tritt unter der Valvel nun im Rhythmus Systole ein, so herrscht über ihr Diastole, die äussere Lamelle wird geöffnet u. s. w. Beiläufig habe ich

hier zu erwähnen, dass die Herzgefässe mit ihren auf dieselbe Weise construirten *Valvulae Thebesii* ihren Rhythmus gleichzeitig mit den Ventrikeln (in welchen sie eingebettet sind) innehalten, worüber im physiologischen Theil ein Mehreres.

II. Physiologischer Theil.

In der Darlegung des anatomischen Theils ist, da hier keine Secretionen, nur Bewegungen in Betracht kommen, schon naturgemäss der wesentliche Tneil meiner Erklärung der Herzbewegungen gegeben. Es ist die Myodynamik, die Contraction der Muskelfaser in ihrem Längendurchmesser allein, die alle und jedes Phänomen dieser Bewegungen am lebenden Herzen bewirkt, und daher vollständig erklärt, ohne Nebenhülfe von Saugkraft, Blutdruck, Elasticität der Wände. Der Satz, von welchem ich ausgehe, ist folgender:

„Dass die Contraction der Muskelfaser in ihrem Längendurchmesser in der quergestreiften glatten Muskelfaser des Herzens und der einfach glatten der Gefässe auf dieselbe Weise vor sich gehe, wie in den willkührlichen antagonistischen Muskeln, dass nämlich die eine Faserrichtung erschlaffe, während die andere sich zusammenzieht, und um desto entschiedener, da in dem Verlauf der glatten Faser eine völlig entgegengesetzte Richtung (Länge und Breite, Quer- und Längsfaser) sich offenbart."

Dieses Postulat, auf eine glückliche Weise unterstützt durch mehrere von mir im anatomischen Theil zuerst angegebene anatomische Data (z. B. die *Puncta fixa* u. s. w.) bildet die Basis meiner Erklärung der Herz- und Gefässbewegungen.

Ehe ich nun zu der Beweisführung für diesen Satz schreite, erlaube mir der Leser, vorher die einzelnen Herz- und Gefässbewegungen dieser Ansicht gemäss zu erklären, und erst dann die Motivirung dieses Postulats zu versuchen.

§. 11. Die Systole der Ventrikel.

Die Systole der Ventrikel ist die im Rhythmus erfolgende Contraction der Querfasern derselben und bewirkt nothwendigerweise folgende Vorgänge. Ehe die Systole beginnt, waren Herz, Atrien und Arterien in folgendem Zustande, der in der Diastole zu motiviren ist.

Die linke Kammer mit ihrem *Punctum fixum* an der Aorta befindet sich in gleicher Linie an der Brustwand mit der rechten Kammer, die ihre Rotation von rechts nach links so eben vollendet hat. Das ganze Herz ist im Längendurchmesser verkürzt, im Querdurchmesser verlängert, an dessen beiden Enden (den *Venis cavis* und *pulmonalibus)* in gleicher Relaxation aufgehängt. Der Querdurchmesser des mittleren Theils des *Septum ventriculorum* (zwischen Herzspitze und *Septum atriorum)* ist erweitert, nach unten aber an der Herzspitze jedoch wieder verengt durch die in der Diastole stattfindende Contraction der den Wirbel bildenden beiden Kammern gemeinschaftlichen Längsfasern (indem gewöhnlich nur ein der linken Kammer allein angehöriger Wirbel, in selteneren Fällen nur noch ein zweiter, für die rechte Kammer sich vorfindet), wie auch nach oben verengt an der Basis durch die gleichzeitig mit der Diastole der Ventrikel statt-

findende Systole der Atrien und deren, beiden Atrien gemeinschaftlichen Querfasern. Der Dickedurchmesser des *Septum ventriculorum* (von vorn nach hinten) ist kleiner als in der Systole durch die in der Diastole stattfindende Relaxation der beiden Kammern gemeinschaftlichen Querfasern. Die Atrien sind im Querdurchmesser verengt, wie auch die Arterien, die in der Schlängelung sich befinden. Die äussere Lamelle der *Valvulae bi-* und *tricuspidalis* ist in der Contraction, diese Valveln daher geöffnet, die innere Lamelle der Atrien erschlafft, die innere Lamelle der *Valvulae semilunares* ist in der Contraction geschlossen, die äussere Lamelle derselben erschlafft.

Nun tritt nicht allmälig, sondern rasch und entschieden (wie es die Herztöne scharf genug darlegen und wie es auch Reichert a. a. O. in den Fischembryonen durch Beobachtung bestätigt hat) die Systole der Ventrikel ein, die Contraction der Querfasern des Herzens. Der Querdurchmesser wird verkürzt, der Längendurchmesser vergrössert, da die Längsfasern hiermit zugleich erschlaffen.

Der Dickedurchmesser des *Septum ventriculorum* zwischen dem Wirbel und dem *Septum atriorum* ist durch die Zusammenziehung, also Annäherung, der beiden Ventrikel zu einander vermittelst der, beiden Ventrikeln gemeinschaftlichen, Querfasern vergrössert. Die Ventrikel sind nun nach unten und oben verlängert, nach unten hat diese Verlängerung Bamberger in dem bekannten traumatischen Fall gesehen und fälschlich als Locomotion gedeutet, deren Unmöglichkeit ich später darlegen werde, nach oben wird diese Verlängerung durch die gleichzeitig mit der Systole der Ventrikel stattfindende Diastole der Arterien, also deren Verkürzung, compensirt. Die, beiden Ventrikeln gemeinschaftlichen, Querfasern ziehen sich zusammen, und nun entsteht, den oben

gegebenen Daten entsprechend, Folgendes: Die Contraction der Querfasern hat ihr *Punctum fixum* am rechten Atrium, welches durch seine Befestigung an den in die Capillaren sich erstreckenden *Venis cavis* weniger beweglich ist, als die Befestigung des linken Atrium an den Lungen. Zugleich giebt die hintere Herzseite, schwächer als die vordere, dieser nach; es wird daher die vordere Herzfläche nach rechts, die hintere Herzseite mit der linken vorderen Seite mehr nach vorn und zugleich nach links hingezogen. Die Rotation von links nach rechts ist hiermit gegeben. Die einem jeden Ventrikel speciell eigenthümlichen Querfasern haben sich gleichfalls zusammengezogen, und jeden einzelnen Ventrikel in seinem Querdurchmesser verengt. Die Querfasern der Ventrikel können aber in ihrer Contraction (s. d. anatomischen Theil) keinen directen Einfluss auf die von dem Endocardium der Ventrikel gebildeten Lamellen der Valveln ausüben. Die äussere eröffnende Lamelle der *Ostia venosa* der in die Ventrikel hineinschlagenden bi- und tricuspidalen Valveln, welche von den *Musculis papillaribus* bewegt werden, sind daher in der Erschlaffung, während die inneren Lamellen dieser Valveln, von dem Endocardium der Atrien gebildet und von den contrahirten Längsfasern der Atrien nach innen angezogen, geschlossen werden. Aehnliches, nur auf andere Weise, geschieht in den *Valvulis semilunaribus*. Die in die Arterien hineinschlagenden semilunaren Valveln, welche ihre innere Lamelle von dem Endocardium der Ventrikel und ihre Bewegung, also Schliessung, von den im Herzfleisch eingebetteten, jedem Ventrikel eigenthümlichen, Längsfasern erhalten, sind also jetzt in der Systole der Ventrikel (i. e. Contraction der Querfasern, Erschlaffung der Längsfasern) erschlafft. Die Arterie hingegen, gleichzeitig mit der Systole der Ventrikel im entgegengesetzten Rhythmus, also in der Diastole (i. e.

Verkürzung der Längsfasern), befindlich, contrahirt die von ihrer inneren Schicht gebildete äussere Lamelle der semilunaren Valvel und öffnet sie demgemäss. Es ist hier einleuchtend, wie es in der Darlegung der Diastole sich gleichfalls ergeben wird, dass Atrien sowohl wie Arterien stets in einem, dem der Ventrikel entgegengesetzten, Rhythmus sich befinden müssen (wie es auch Reichert in den Fischembryonen beobachtet und als feststehendes Resultat dargelegt hat), dass die innere Lamelle der *Valvula ostior. venosor* von den in der Diastole contrahirten Längsfasern der Atrien nicht geschlossen werden können, wenn nicht zugleich die *Musculi papillares* der Ventrikel als Längsfasern erschlaffen, also die Systole der Ventrikel dieses zulässt, wie auch die äussere Lamelle der *Ostia arteriosa* von der Contraction der Längsfasern, der inneren Schicht der Arterien nicht geöffnet werden kann, wenn nicht die Erschlaffung der, die innere Lamelle dieser Valveln schliessenden, Längsfaser der Ventrikel in der Systole derselben dies gestattet. Die Querfasern der Atrien sind demgemäss nun erschlafft, die Contraction der, beiden Atrien gemeinschaftlichen, Querfasern am *Septum atriorum* über dem *Septum ventriculorum* und der, beiden Ventrikeln gemeinschaftlichen, Längsfasern derselben im Wirbel (der Herzspitze) hat nun nachgelassen. Die Längsfaser der *Tunica interna* der Arterien, jetzt im diastolischen Rhythmus zusammengezogen, eröffnet die äussere aus ihr gebildete Lamelle der *Valvula semilunaris*. Die Querfasern, die Mittelschicht der *Arteria pulmonalis* und der Aorta sind nun erschlafft, der Querdurchmesser derselben vergrössert, die aus dem Ventrikel strömende Blutwelle füllt, soweit sie reicht, die Arterie. Ueber ihr herrscht die Systole der Arterie für die vorhergehende Blutwelle. Dieses ruckweise Vordrängen des Blutstroms in der Arterie hat Reichert in der oben

citirten Arbeit als Beobachtung constatirt. Das Genauere hierüber später in der Myodynamik der Gefässe.

§. 12. Die Diastole der Ventrikel.

Der entgegengesetzte Rhythmus tritt mit einem Ruck scharf und entschieden ein. Die so eben noch zusammengezogene Querfaser der Ventrikel erschlafft, der Querdurchmesser der Ventrikel wird grösser. Die Längsfaser in ihrer dreifachen im anatomischen Theil geschilderten Gestaltung zieht sich zusammen, und es ergeben sich nothwendig folgende Resultate. Die, beiden Ventrikeln gemeinschaftlichen, an der äusseren Seite des rechten Ventrikels von oben herabsteigenden Längsfasern, welche sich im Wirbel (der durchschnittlich dem linken Ventrikel allein angehörig ist, mit der seltenen Ausnahme eines zweiten Wirbels für die rechte Kammer) der Herzspitze sammeln, und an der innern Seite des linken Ventrikels in die Höhe steigen, ziehen sich zusammen. Der linke Ventrikel hat sein *Punctum fixum* an der Aorta, hierzu kommt, dass die hintere Herzfläche der überwiegenden Stärke der Vorderfläche nachgeben muss, dass die Herzspitze unbefestigt frei schwebt, während die Basis befestigt ist, es wird daher Folgendes geschehen:

Erstens: der rechte Ventrikel wird zur Aorta hin, nach vorn zur Brustwand angezogen werden (während in der Systole die linke Kammer der Brustwand näher war), und bildet somit die Rotation von rechts nach links.

Zweitens: Wie schon erwähnt, wird die hintere Herzfläche der vorderen nachgeben und convex werden, das Herzwasser vorn sich ansammeln, die freischwebende Herzspitze wird sich nach oben krümmen, und den Herzstoss bedingen, die vordere Herzfläche wird concav, das ganze Herz in seinem Längendurchmesser verkürzt werden. Man vergleiche nur hiemit das Ergebniss der physikalischen Untersuchungen.

Drittens: Die im Herzfleisch eingebetteten, einem jeden Ventrikel speciell angehörigen, Längsfasern, welche die Fascie des fibrocartilaginösen Ringes durchsetzen und sich blattartig hinter der inneren Lamelle der *Valvula semilunaris* verbreiten, schliessen jetzt diese Valveln in ihrer Contraction, wobei die, die äussere Lamelle dieser Valveln bildenden und daher sie eröffnenden, Längsfasern der Arterien nachgeben, also in der Systole sein müssen. Die dieselbe Längenrichtung einhaltenden *Musculi papillares*, an der äussern Lamelle der bi- und tricuspidalen Valveln angesetzt, eröffnen diese, während die Längsfasern der Atrien an deren innerer Lamelle angesetzt, erschlaffend dies gestatten, also Eröffnung der *Valvulae bi-* und *tricuspidalis* und Schliessung der *Valvulae semilunares.*

§. 13. Der Antagonismus in der Systole und Diastole zwischen den Ventrikeln einerseits und den Atrien sammt den Arterien andererseits.

Von vornherein ist diese Lage der Dinge gegeben. Ist nemlich Systole in dem Atrium, so muss gleichzeitig der Ventrikel in der Diastole erweitert sein, um die Blutwelle empfangen zu können, vermittelst der notorisch hierbei geöffneten *Valvula bi-* und *tricuspidalis.* Zur selben Zeit müssen aber Aorta und *Atrium pulmonale* mit bekanntlich geschlossenen *Valvulis semilunaribus* in der Systole sein, und das von der vorhergehenden Systole empfangene Blut weiter befördern, um im nächstfolgenden Rhythmus im diastolischen Zustand die neue Blutwelle empfangen zu können. Denken wir uns nun die Ventrikel in der Diastole, die *Valvula semilunaris* geschlossen, die *Valvula bi-* und *tricuspidalis* geöffnet, so muss gleichzeitig:

1. die Aorta und *Arteria pulmonalis* in der Systole (in der Verlängerung, Schlängelung) sein, um im nächstfolgenden Rhythmus der Diastole der Ventrikel, bei dann geöffneten

Valvulis semilunaribus die Blutwelle aufnehmen zu können, ihr in der eigenen Erweiterung des Querdurchmessers Raum darzubieten; ebenso muss gleichzeitig

2. das Atrium bei den geöffneten Valveln in der Systole sein, um der aus den Venen im nächstfolgenden Rhythmus, der diastolischen Erweiterung des Querdurchmessers der Atrien, eindringenden Blutwelle bei geschlossenen Valveln einen leeren Raum darzubieten, sie aufnehmen zu können.

Denken wir uns hingegen die Ventrikel in der Systole, die *Valvulae bi-* und *tricuspidalis* fest geschlossen, die *Valvulae semilunares* geöffnet, so muss

1. das Atrium in der Diastole sein, indem dasselbe, durch die in ihm so eben vollendete Systole entleert, unbedingt der jetzt hereindringenden Blutwelle seine Räume öffnen muss, abgerechnet allen dynamischen Rhythmus schon als physicalische Nothwendigkeit;

2. müssen die Arterien, welche während der vorhergehenden Diastole der Ventrikel bei geschlossenen *Valvulae semilunares* das in ihnen befindliche Blut entleert haben, in der Diastole sich jetzt befinden, um die neue Blutwelle empfangen zu können.

Die innere Nothwendigkeit eines strengen Antagonismus zwischen den Ventrikeln einerseits und den Atrien und Arterien andererseits ist hiermit dargelegt.

Der wesentliche Unterschied zwischen meinen Behauptungen und den bis jetzt anerkannten Sätzen beruht aber darauf, dass bis jetzt ein allmäliger Uebergang von der Systole in die Diastole und *vice versa*, und ein allmäliges Oeffnen und Schliessen der Valveln galt, während ich diesen Vorgang als ruckweise, mit einem Schlage sich gestaltend, annehme, wie es auch eben die Verschiedenheit unsrer *vis motrix* bedingt. Eine Blutwelle als Ursache kann un-

möglich ruckweise, nur wellenartig zu- und abnehmen, wäh- die Contraction einer antagonistischen Muskelfaser kaum anders als ruckweise wirken kann. Dass diese Bewegungen aber ruckweise, nicht in allmäligem Uebergang vor sich gehen, ersieht man als exacte Beobachtung in der mehrfach citirten Reichert'schen Arbeit über die Fischembryonen. Es kann aber auch wohl kaum anders gedacht werden. Das ruckweise Aufeinanderfolgen von Systole und Diastole bildet ja eben den Rhythmus, während nach der bisherigen Schilderung eine Undulation, ein sanftes in einander verschmelzendes Auf- und Abwogen stattfinden würde, schlechterdings aber kein scharfgezeichneter Rhythmus. Ein allmäliger Uebergang aus der Systole in die Diastole würde nie die Norm herstellen. Im physiologischen gesunden Zustand würden alle die Unzuträglichkeiten vorkommen, die nur im pathologischen bemerkt werden, es könnte kein reiner Herzton, kein rechtzeitiger Klappenschluss sich bilden. Nehmen wir aber das ruckweise Schliessen und Oeffnen der Valveln an, so ergeben sich alle Phänomene der Herzbewegungen gleichsam von selbst. Nur der Gedanke, dass die Blutwelle Alles bewirke, nicht die reine Beobachtung hat bisher irre geführt. Mit der Annahme des Antagonismus in der Myodynamik der Quer- und Längsfasern ist das ruckweise Schliessen und Oeffnen der Valveln ein natürlich gegebenes normales, das nur durch pathologische Vorgänge abgeändert werden kann.

§. 14. Die Rotationen des Herzens.

Diese in ihrem anatomischen und theilweise auch in ihrem physiologischen Wesen schon oben dargestellt und motivirt, bedürfen einer genaueren Erörterung.

Um diese recht klar zu schildern und das Zutreffende meiner Anschauungen darzulegen, ist es nothwendig, einerseits die Lage des Herzens im chemischen Tode (nachdem

mit dem Verschwinden der Muskelstarre eine jede Spur des früheren Lebens und dessen mögliche Einwirkungen vernichtet ist) zu schildern, in welcher Hinsicht ich Luschka's Brustorgane zu Grunde lege und andererseits das Herz im vollen Leben in's Auge zu fassen, während seine Bewegungen, seine directen Befestigungen vermittelst der Gefässe, seine indirecten am Pericardium nicht beeinträchtigt sind, wofür der Bamberger'sche Fall völlig und allein als maassgebend bisher besteht. — Das Herz liegt (s. Luschka, Brustorgane Taf. VI. Fig. 2) an seiner sogenannten Basis hinsichtlich der Gefässe, schräg von oben und hinten nach unten und vorne terassenförmig sich senkend (am meisten nach oben und hinten die *Venae pulmonales*, dann die *Arteriae pulmonales*, dann die Aorta, endlich die *Venae cavae**), woselbst wir uns seinen Querdurchmesser denken müssen. Ihn schneidet rechtwinklig von oben rechts nach unten links der Längendurchmesser. Zwei Drittel seiner Vorderfläche bildet dem äusseren Anschein nach die rechte Kammer (das wahre Verhältniss ist bekanntlich ein anderes, indem die linke Kammer mit ihrem *Septum ventriculorum* tief in die rechte Kammer hinreinragt) kaum ein Dritttheil (einen Daumen breit) die linke Kammer. Es tritt die Systole, die Contraction der Querfasern ein. Diese, welche ihr *Punctum fixum* an den *Venis cavis* haben, und deren vordere Fasern die hinteren zu sich hinziehen, bringen einen grösseren Theil der linken Kammer der Brustwand näher, als es vorher stattfand (insoweit es die Befestigung des anderen Endes der Querfasern an den *Venis pulmonalibus* zulässt. Da nun hiermit der Längendurchmesser an seinem oberen Ende, der Basis, etwas mehr nach rechts abweicht, so muss *eo ipso* die Spitze (besonders da

*) Wohl zu beachten ist hierbei, dass die beiden *Puncta fixa*, *Venae cavae* und Aorta der Brustwand am nächsten liegen.

sie aller Querfasern entbehrt) etwas nach links abweichen. Nun tritt die Diastole ein, und führt hinsichtlich der Rotation grossentheils eine *Restitutio in integrum* aus, die Normallage tritt ein; nun aber ziehen sich zugleich die, beiden Ventrikeln gemeinschaftlichen, Längsfasern von der äussern Seite der rechten Kammer zur innern Seite der linken Kammer hin, und es entsteht ein kleines Ueberschreiten der Normallage, die rechte Kammer wird mehr an die Brustwand gedrängt, es entsteht die Rotation von rechts nach links. Da nun das obere Ende des Längendurchmessers mehr nach links gezogen wird, so muss die Herzspitze etwas mehr nach rechts abweichen.

Betrachten wir nun genauer den Bamberger'schen Fall, so lautet er folgendermaassen:

„Die Wunde befand sich am untern Rande der fünften linken Rippe, aus der sich bei jeder Herzcontraction eine mässige Menge dunklen Blutes entleerte. Der untersuchende Finger begegnete der platten schlüpfrigen Herzspitze".*)

„In der Systole glitt die erhärtete und etwas zugespitzte (nicht mehr platte) Herzspitze an dem senkrecht von vorn nach hinten eingeführten Finger längs der vorderen Brustwand in derRichtung von oben nach unten und etwas nach links noch um ein geringes unter der untern Begrenzung des Hautschnitts herab, wobei jedesmal zugleich ein stärkeres Ausströmen des Blutes neben meinem Finger stattfand, während sie sich im diastolischen Moment nach aufwärts retrahirte und unfühlbar wurde. Die Dauer des ersten Zeitmoments (der Systole), während dessen sich die Herzspitze längs meines Fingers bewegte, schien um etwas, doch nicht sehr bedeutend, kürzer als die des zweiten. Trotz der gespanntesten Aufmerksamkeit konnte ich jedoch weder von einer

*) Also in der Diastole. S. die folgenden Seiten.

hebelförmigen Bewegung der Herzspitze noch von einer Rotation derselben in der Längsachse irgend etwas wahrnehmen." Bamberger ist der Ansicht, dass der Stich in der Zeit der Diastole gefallen sein müsse, denn nur so sei es begreiflich, wie die Herzspitze unverletzt bleiben konnte.

Folgende Reihe von Resultaten ergiebt sich beinahe von selbst aus dieser Beschreibung. Die fast unmittelbare Gewissheit, dass das Herz, ein Gefäss ganz wie die übrigen Blutgefässe, sich in der Systole verlängert, in der Diastole verkürzt. Ferner, dass der Herzstoss nicht in der Systole ist, was auch bei der Verlängerung in derselben undenkbar ist. Wäre nun der Herzstoss in der Systole, so müsste er am meisten in der Mitte des Längendurchmessers des Herzens, wo der Durchmesser von vorn nach hinten vergrössert, also das Herz der Brustwand am nächsten ist, in dem Intercostalraum zwischen der dritten und vierten Rippe fühlbar werden, was bekanntlich nicht der Fall ist. Es muss also der Herzstoss, der ja tiefer nach unten gefühlt wird, von der Herzspitze herrühren. Die in der Diastole plattgewesene, verkürzte, nun in der Systole am senkrecht von vorn nach hinten eingeführten Finger nach links herabgleitende Herzspitze konnte aber an und für sich ohne hebelförmige Bewegung keinen Choc hervorbringen, da die Herzmitte in der Systole, bei vergrössertem Durchmesser des *Septum ventriculorum* von vorn nach hinten, der Brustwand näher ist, als die Herzspitze. Bamberger hätte aber unbedingt, wenn der Herzstoss in der Systole wäre, an der an seinem Finger herabgleitenden Herzspitze den Herzstoss fühlen müssen, was aber nicht geschah. In der Diastole hingegen, wo das Herz unter den oberen Rand der Wunde zurückgezogen war, konnte der untersuchende Finger keine hebelförmige Bewegung mehr fühlen, diese konnte stattfinden, ohne dem unter-

suchenden Finger kundbar zu werden, worauf die in der Systole spitze, in der Diastole platt werdende Herzspitze sattsam hindeutet. Die Verwundung am untern Rande der fünften Rippe konnte aber nur in der Systole stattgefunden haben, indem (s. oben) die Herzspitze in der Diastole aus dem Bereich des unteren Randes der fünften Rippe nach oben gewichen war, und der Stich, auch wenn er von unten nach oben eingedrungen wäre, nur die jetzt unverletzte Herzspitze hätte treffen können. Der Stich hatte die rechte Kammer getroffen, da dunkles Blut entleert wurde. Nach meiner anatomischen Darlegung musste ein solcher Stich eine Reihe nebeneinander gelagerter Längsfasern (einen Zoll breit) durchschneiden, während er zwischen den grossentheils unverletzten Querfasern eindrang. In der Systole erschlaffen die Längsfasern, die systolische Contraction konnte daher das Blut hervorpressen, zogen sich nun die Längsfasern in der Diastole zusammen, so schlossen die Längsfasern an beiden Seiten die Wunde, und es konnte kein Blut entleert werden.

Der untersuchende Finger begegnete der **platten** schlüpfrigen Herzspitze, jetzt hatte noch nicht die Systole begonnen. Die Herzspitze hatte sich in die Höhe gezogen und war platt, indem die Längsfaser diese nach vorn umgekrümmt, also hebelförmig nach oben und vorne gezogen hatte, wie ich es oben bei Gelegenheit der Diastole beschrieben habe, und wie es bei der nicht befestigten Herzspitze mit in der Musculatur überwiegenden Vorderfläche geschehen muss.

Nun tritt die Systole ein: „Nun glitt u. s. w.“ (s. oben). Die Verlängerung in der Systole steht als Thatsache fest. Bamberger sucht die Erklärung in der Verlängerung der Gefässe während der Systole der Ventrikel. Die Gefässe

müssten also, wenn dies richtig wäre, zu gleicher Zeit mit den Ventrikeln in der Systole sich befinden, denn nur in der Systole besteht die Schlängelung der Gefässe, dass aber mit der Systole der Ventrikel unfehlbar die Diastole der Gefässe stattfinden müsse, hoffe ich oben erwiesen zu haben, dass also die Gefässe verkürzt sind während der Systole der Ventrikel, dass also von der constatirten Verlängerung des Herzens nur die Herzsubstanz selbst die Ursache sein kann.

Die Herzspitze glitt ein wenig nach links herunter, weil (s. oben) das untere Ende des Längendurchmessers sich nach links bewegen muss, während das obere Ende desselben sich nach rechts hinneigt.

Die Spitze war (in d. Systole) erhärtet durch die Contraction des Querdurchmessers und zugespitzt (während sie vorher platt war), indem die Längsfaser in der aus ihr gebildeten Herzspitze erschlafft war.

Die Dauer der Systole war etwas kürzer als die der Diastole, was sehr wahrscheinlich ist, indem im verwundeten *Cor venosum* (wie in den Venen) die Längsfasern die Querfasern an Mächtigkeit übertreffen.

Dass Bamberger keine Hebelbewegung in der Systole wahrnehmen konnte, ist selbstverständlich, da diese nur in der diastolisch unter die fünfte Rippe zurückgewichenen (platten) Herzspitze stattfinden konnte, eben so wenig konnte die Rotation an der Spitze bemerklich werden, da diese abstufend von der Basis zur Spitze unmerklich werden musste.

§. 15. Der Herzstoss.

Wenn auch in diesem vorläufigen Bericht der Ort nicht ist, die Polemik über meine Ansichten aufzunehmen, und ich mich hauptsächlich hier auf die einleuchtende Lösung aller bisherigen Probleme in den Herzbewegungen auf anatomischer Basis berufe, so sind doch wohl noch einige erklärende Worte

hinzuzufügen. Vor Allem, dass nach der obigen Schilderung der Befestigungen des Herzens und ihrer bedeutenden Einwirkung besonders vermittelst der Puncta fixa auf die Bewegungen des Herzens das ausgeschnittene, von allen seinen Adhaerenzen gelöste Herz schlechterdings nicht maassgebend sein könne. Schon die Eröffnung des vorderen Thorax, den bekannten Einfluss der eindringenden Luft abgerechnet, muss, indem sie die indirecte Befestigung des Pericardium an der Brustwand aufhebt, dem Herzen ganz andre Lage und Gesetze ertheilen. Dass ich aber den Herzstoss wieder in seine alten Rechte eingesetzt und ihn der Diastole wiedergegeben habe, hoffe ich anatomisch begründet zu haben, glaube aber auch in einer auf alle diese streitigen Punkte mehr eingehenden Arbeit nicht schwer durchführen zu können. Man erwäge nur, dass bei dem Verwachsensein des Pericardium mit dem Herzen der Herzstoss unbestritten in der Diastole gefühlt wird, dieses Verwachsensein aber ein pathologischer Zustand ist, der die Herzbewegungen in ihrem vollsten Lichte darlegen muss, eben so zeugt die Auscultation ganz für diese meine Ansicht.

§. 16. Die Herztöne.

Von den vielen Erklärungen hierfür haben nur noch 2 ihre Geltung, nämlich die eine,

a) dass der Anprall des Bluts an die geschlossenen Valveln diese Töne hervorbringe, den ersten Ton in der Systole der Ventrikel gegen die geschlossenen Valveln der Ostia venosa, den zweiten Ton in der Diastole gegen die Valveln der Ostia arteriosa, eine Erklärung, die, in dem nach meiner Ansicht ruckweise nicht allmälig, in beiden Zeitmomenten durch Muskelkraft erfolgenden Schliessen der Valveln ihre Stütze findet.

b) dass die Contraction der Muskelfasern diese Töne her-

vorbringe. Obgleich ich nun nicht die Meinung hege, dass diese Contraction je einen wirklichen vollgültigen Ton (höchstens Geräusch) hervorbringen könne, so muss ich doch gestehen, dass auch diese Erklärung durch meine Ansichten ihre volle Berechtigung erhält, indem ich auch in der Diastole eine Contraction der Muskelfaser (der Längsfaser) nicht eine blosse Erschlaffung der Querfasern anerkenne.

§. 17. Die Pause.

Auch die Pause im 2ten Ton ist nach meinen Ansichten leicht erklärlich.

a) Nach der Erklärung, dass der Anprall des Bluts an die Valveln den Ton hervorbringe. Das Atrium ist (s. oben) in der Systole, während der Ventrikel in der Diastole ist; da nun die Diastole im Atrium wie 3 : 1 in der Systole ist, so kann der von den Querfasern der Atrien bewirkte Anprall des Bluts an die Valv. semil. nur von kürzerer Dauer sein, nur einen Theil des ihm zugemessenen Zeitraums betragen.

b) Aber auch nach der Herleitung der Herztöne aus der Contraction der Muskelfasern ist die Pause erklärlich. Der Herzstoss, die Krümmung der Herzspitze nach oben geschieht im Anfang der Diastole; durch den Stoss der Spitze gegen die Brustwand geht aber ein Theil der Contraction verloren.

§. 18. Die Systole und Diastole der Arterien.

Die dem Herzen nächste Strecke der Arterien ist in der Diastole, während das Herz in der Systole ist. Die innere Längsschichte der Arterien hat, die äussern Lamelle der Valv. semil. bildend, diese eröffnet. Die in den Ventrikeln enthaltene Blutwelle füllt die Arterien, so weit sie reicht, über ihr ist Systole. Diese entfernt jetzt die von der vorigen Dia-

stole in ihr angesammelte Blutwelle; über ihr ist Diastole u. s. w. Beweise für diese meine Ansicht des ruckweisen Fortschreitens der Blutwelle liefern:

1stens die bekanntlich verschiedenen Zeiten des Pulsschlags in den Arterien, je nach ihrer Entfernung vom Herzen.

2tens Die schon mehrfach hier citirten Beobachtungen Reichert's in den Fischembryonen. Die Pulsation der Arterien wird, je mehr sich diese den Capillaren nähern, immer schwächer, der Blutstrom nähert sich also dem continuirlichen, hat also allmälig eine höhere Schnelligkeit erlangt, als am Anfang seiner Laufbahn, wenn nicht irgend ein Hinderniss die Pulsation, also den langsameren Blutlauf wiederherstellt. Z. B. in der Entzündung, wo wir in der entzündeten, mehr unwegsamen Stelle Pulsation wahrnehmen.

§. 19. Die Capillaren.

Die Capillaren übernehmen im gesunden Gewebe das Blut im continuirlichen schnelleren Strom, und während sie in ihren einfachen structurlosen Wandungen eine rhythmische Verzögerung hervorzubringen nicht vermögen, vermitteln sie die Ueberlieferung der Blutmasse in continuirlichen Strom an das Venennetz auch bei geringerem Andrang aus den Arterien, und erst in den Venen, wo querovale Kerne sich zu zeigen beginnen, kann bei verminderter Schnelligkeit Pulsation wieder hervortreten. Sollte irgend eine Verzögerung des Stroms von den Arterien aus Pulsation erzeugen wollen, so tritt das Haarröhrchengesetz hier vermittelnd ein, und lässt sie nicht zu Stande kommen.

§. 20. Die Venen.

Da die Querschichte bei den Venen mit kleinem Lumen ganz fehlt, kaum einige querovale Kerne sich vorfinden, sie bei denen von mittlerer Grösse nur schwach vertreten ist, und erst in den grösseren Stämmen deutlich hervortritt, aber

auch hier mit longitudinalen Fasern vermischt, also geschwächt ist, so kann nur eine Verkürzung des Längedurchmessers, keine Verzögerung des continuirlichen Stroms durch eine rhythmisch eintretende Contraction des Querdurchmessers von den Gefässen selbst eintreten. Die im continuirlichen Strom empfangene Blutwelle wird durch das Venennetz, in welches die Capillaren münden (in welchem Venennetz querovale Kerne sehr selten stattfinden), nur durch die nachdrängende Blutwelle in unverminderter Schnelligkeit weiter befördert, da die Reibung durch das wachsende Lumen der Gefässe aufgehoben ist. Kaum wird hier jene von Reichert in den Fischembryonen in den ersten Venenanfängen beobachtete Pulsation eintreten können, da hier kein directer Uebergang vom arteriellen in das venöse System stattfindet, sondern das Capillarsystem und das Venennetz vermittelnd eintreten, nur locale Störungen dürften in diesen Venenanfängen dies vermögen. Erst in den mittleren Gefässen könnte

eines theils ein von den Arterien her verzögerter Blutstrom im Verein mit der Gravitation den Strom zur Pulsation hinneigen lassen,

andern theils tritt die Pulsation nahe den Atrien ein, deren Rhythmik sich den näherliegenden Venen mittheilt.

Da nun in beiden Fällen keine vollständige Ringschichte der einzelnen Blutwelle ihr Gebiet anweist, so tritt die durch die Valvel ermöglichte Rhythmik (s. oben) vermittelnd ein, und giebt der Blutwelle nach unten eine Stütze, deren sie bei der Unterbrechung des continuirlichen Stroms ermangeln müsste. Es sind daher die Valveln nothwendig und vorräthig in diesen beiden Endpunkten der Venen, während sie in dem in der Mitte zwischen ihnen stattfindenden continuirlichen Strom nicht vorgefunden werden, auch keine Nothwendigkeit hierfür sich ergiebt.

§. 21. Der Blutkreislauf.

Beginnen wir mit der Blutwelle in der Diastole des linken Atrium, dessen hiermit erschlaffte Querfasern diese Anfüllung gestatten. Die Contraction der Längsfasern, welche, den fibrocartilaginösen Ring durchsetzend, an der innern Lamelle der *Valv. bicuspid.* befestigt sind, hat diese geschlossen. Der linke Ventrikel ist in der Systole. Der Rhythmus wechselt, die Systole des Atrium sinistrum beginnt. Die Längsfasern erschlaffen, mit ihnen endigt die Schliessung der *Valv. bicusp.* In dem linken Ventrikel ist jetzt zu gleicher Zeit die Diastole eingetreten. Die Musculi papillares, als Längsfasern an der äussern Lamelle der in die Ventrikel hineinschlagenden Valveln angesetzt, eröffnen dieselben, und gestatten der Blutwelle den Eintritt. Die im Herzfleisch befindlichen Längsfasern, in derselben Contraction mit einbegriffen, haben, an der innern in die Arterien hineinschlagenden Lamelle der Valv. semil. befestigt, gleichzeitig mit der Eröffnung der Valv. bicusp. die Valv. semil. geschlossen und dem Blut den Eintritt in die Aorta gewehrt. Es folgt nun die Systole der Ventrikel. Die erschlafften Längsfasern der Ventrikel schliessen nicht mehr die innere Lamelle der Valv. semil. und gestatten daher der inneren Schichte der Aorta, deren Längsfasern nun in der diastolischen Contraction sich befinden, die äussere Lamelle dieser Valveln anzuziehen, sie zu eröffnen. Die Aorta empfängt die Blutwelle, welche den ihr zugemessenen Raum anfüllt, über ihr ist die Systole, welche die vorhergehende Blutwelle aus dem bisher ihr zugemessenen Raum verdrängt u. s. w., bis zu den Capillaren. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung nach allem Vorhergehenden, dass ich keine unmittelbare und ausreichende Kraft des Herzstosses auf die von dem Herzen entfernten Arterien annehme, weil

1) das ruckweise Fortschreiten in der rhythmischen Con-

traction der einzelnen Strecken der Arterien diese vernichten muss, wozu die beständige Theilung (wo die beiden Gefässen gemeinschaftliche Stelle nach der Theilung als Hemmniss eintritt), die Reibung an dem stets abnehmenden Lumen des Rohrs mit beiträgt;

2) die allmälig zunehmende Schnelligkeit des arteriösen Blutstroms, so dass derselbe beinahe continuirlich in die Capillaren übergeht, dieser Erklärung völlig widerstrebt.

Die Blutwelle wird nun von den Arterien dem Capillarsystem überliefert. Diese Gefässe mit ihren einfachen structurlosen Wandungen, ihrem vielfach verwickelten Netz vernichten jeden möglicherweise von den Arterien noch anklebenden Rhythmus und ergänzen durch das Haarröhrchengesetz jede allenfalsige Verlangsamung des Blutstroms. Das Capilarnetz überliefert die Blutwelle in der empfangenen Schnelligkeit an das Venennetz, deren Wandungen fast eben so structurlos, wie die Capillaren, keine Momente für die Pulsation, den Rhythmus darbieten, indem kaum einige querovale Kerne den Versuch einer Zusammenziehung im Querdurchmesser documentiren. In den mittleren Venen zuerst, wo schon die querovalen Kerne sich in grösserer Zahl darbieten, die Longitudinalfasern aber so überwiegen, dass nur eine Contraction derselben ohne wirklichen Anhalt für den Rhythmus in Aussicht steht, treten die Valveln ein. Die von der nachfolgenden Flüssigkeitsmenge emporgedrängte Blutwelle findet in diesen Valveln ihren Stützkunkt für den Anfang und das Ende einer Contraction im Sinn des Querdurchmessers, von welchem aus die Contraction der Längsfasern die Weiterbeförderung betreibt. Das Blut kehrt nun zum rechten Atrium zurück, während die über demselben befindlichen Valveln die Stauung des Blutes in dieser Gegend, also ermöglichte Rückströmung,

oder auch nur Pulsation für die über derselben befindliche continuirliche Strömung unmöglich werden lassen. Hier beschreibt nun die Blutwelle im Atrium, Ventrikel und Arteriae pulmonales das oben bei dem linken Atrium dargelegte Getriebe, und kehrt vermindert in seiner Menge als hellrothes Blut zu unserm Ausgangspunkt, dem linken Atrium zurück.

§. 22. Die Arteriae und Venae coronariae.

Der Kreislauf in den Herzgefässen gestaltet sich nun folgendermaassen: Die Aorta und Art. pulmonal. sind in der Systole, die Arteriae coronariae dem Herzen, seiner Innervation, und daher seiner Bewegung angehörig, sind jetzt zugleich mit dem Ventrikel in der Diastole, und empfangen das Blut aus der Aorta und der Art. pulmon.

Die Blutwelle geht dann in die Venae coronariae über. Diese haben an ihrem Ausgangspunkt die Valvulae Thebesii, welche in das Atrium hineinschlagen, deren innere Lamelle aus der inneren Longitudinalschichte der Venen gebildet vom Ventrikel aus bewegt, i. e. geschlossen wird, deren äussere Lamelle von dem Endocardium der Atrien gebildet und von dessen Längsfasern, bewegt i. e. geöffnet wird. Ist also die Vena coronaria in der Diastole (mit dem Ventrikel zugleich), so ist die Valvel geschlossen, das Atrium ist in der Systole. Tritt nun der Rhythmus ein, so ist der Ventrikel in der Systole, die die Valvel schliessenden Fasern erschlaffen, die Diastole des Atrium ist eingetreten, das in den Venis coronariis enthaltene Blut wird in das erweiterte Atrium entleert.

§. 23. Die Locomotion.

Bamberger hat das grosse Verdienst zuerst in dem bekannten traumatischen Fall die Verlängerung des Herzens in der Systole beobachtet und constatirt zu haben, ein fait accompli, dem nicht widerstritten werden kann, und hat dieselbe

als Locomotion des Herzens, ermöglicht durch die Schlängelung der Arterien, gedeutet.

Meine Erklärung dieser angeblichen Locomotion habe ich sowohl anatomisch wie physiologisch oben gegeben. Es ist nach meiner Ansicht die von der in der Systole erschlafften Längsfaser an dem unteren Herztheil bemerkte Verlängerung des Herzens, während diese am oberen Herztheil durch die gleichzeitig mit der Systole der Ventrikel eintretende Diastole der Arterien, also Verkürzung derselben compensirt wird. Unter Locomotion kann aber nur verstanden werden, dass ein Körper in seiner Totalität den ganzen bisher innegehabten Standpunkt im Verhältniss zu seinen Umgebungen verändert, um nach irgend einer Seite hin sich zu bewegen; dies kann aber am Herzen unmöglich stattfinden, da seine Befestigungen (siehe §. 2) ihm dies weder nach oben, noch nach unten, noch nach hinten gestatten, während die Nähe des Herzens zur Brustwand keine Locomotion von hinten nach vorn zulässt. Eben so wenig, wie die von Bamb. beobachtete Verlängerung des Herzens in der Systole als Locomotion des Herzens vermittelst gleichzeitiger Schlängelung der Gefässe gelten darf, indem zur Zeit der Systole der Ventrikel die Diastole der Gefässe, also Verkürzung derselben, stattfindet, kann die von B. constatirte Zurückziehung des Herzens unter den untern Rand der 5ten Rippe in der Diastole der Ventrikel als Locomotion nach oben vermittelst der Verkürzung der Gefässe gedeutet werden, da in der Diastole der Ventrikel die Systole der Gefässe, also Verlängerung derselben, eintritt. Die von B. beobachtete Verlängerung und Verkürzung des Herzens, kann also nur in der Contraction der Längsfaser des Herzens (als Verkürzung in der Diastole), und in der Verlängerung derselben in der Systole beruhen; es bleibt uns also statt der Locomotion das wichtige Resultat aus B.'s Beobachtung,

dass die Herzsubstanz sich in der Diastole verkürze und in der Systole verlängere.

Eine Locomotion des Herzens wäre eine Bewegung des Herzens in seiner Totalität nach einer andern als der bisher innegehabten Fläche. Hieran verhindern das Herz seine Befestigungen, also nur partiell kann ein Theil des Herzens gegen den andern seine Stellung verändern. Wir müssen uns das Herz als eine Kugel denken, deren Mittelpunkt unverändert an derselben Stelle bleibt, und wo nur die anderen Theile der Kugel ihre Stellung zu diesem Mittelpunkt verändern:

1) Die ganze Herzsubstanz in der Systole als Verlängerung nach oben und unten vom Mittelpunkt aus, während das Entgegengesetzte in der Diastole stattfindet;
2) die freischwebende Herzspitze nach vorn (zur Brustwand, Herzstoss), und nach oben in der Diastole, der Contraction der Längsfasern;
3) in der Verlängerung des Dickedurchmessers im Septum ventriculor. während der Systole (der Erhärtung der Herzsubstanz), der Convexität nach vorn und nach hinten;
4) in der concaven Krümmung der Vorderfläche des Herzens, und der convexen der hintern Fläche in der Diastole;
5) in den beiden oben geschilderten Rotationen.

§. 24. Das Ueberwiegen des Zeitraumes der Diastole in den Atrien.

Dies Ueberwiegen gilt hauptsächlich dem rechten Atrium, in welchem die Längsfasern (Musculi pectinati) die Querfasern bei Weitem überwiegen; wie es bei einem dem venösen System zugehörigen Organ wohl zu erwarten ist. Auch im rechten Ventrikel (dem Venenblut führenden Cor venosum) fand B. die Diastole etwas länger als die Systole. Es mag wohl überhaupt je nach dem Präponderiren der Querfasern in jedem

Ventrikel, Atrium und Gefäss die Systole, und nach dem Ueberwiegen der Längsfasern die Diastole sich länger gestalten, jedoch möge die Erforschung solcher minutiösen Unterschiede einem feineren Ohr vorbehalten sein. Ich würde absteigend von der stärksten Querfaser bis zur stärksten Längsfaser folgende Scala aufstellen:

1) Linke Kammer (als stärkste Querschichte also längste Systole).
2) Rechte Kammer.
3) Linkes Atrium.
4) Rechtes Atrium.

§. 25. Beweise für mein System des Wechsels in der Contraction der Quer- und Längsfasern.

Nachdem ich nun im 1sten Theil dieses vorläufigen Berichts das Anatomische des Herzens und der Gefässe, insoweit es die Myodynamik desselben betrifft, mit dem anerkannten anatomischen Befund übereinstimmend dargelegt, auf dieser festen Basis unddem wohl unbestrittenen Satz fussend, dass die Contraction einer Muskelfaser in deren Längedurchmesser geschehe, im 2ten Theil die Motivirung der am Herzen und den Gefässen beobachteten Bewegungen in innerer Nothwendigkeit gefolgert und das Postulat eines Wechsels in den Contractionen der Quer- und Längsfaser aufstellte, so erübrigt es nun, Beweise für dies mein Postulat darzubringen, nämlich dafür:

„dass die auf- und nach einander folgende Contraction der beiden in der Richtung diametral einander entgegengesetzten Muskelfasern den Rhythmus im Herzen und den Querfasern bedinge", während wir bisher dem fälschlich sogenannten Hohlmuskel des Herzens nur eine Contraction im Querdurchmesser und deren Erschlaffung, keine Contraction im entgegengesetzten Sinne gestatteten.

Ich erlaube mir, in diesem vorläufigen Bericht nur einige

derselben aus den physiologischen Reihen darzubringen; das Anatomische hoffe ich als mit meinem System völlig übereinstimmend dargelegt zu haben, während ich in einer grösseren Arbeit mehrere Beweise auch aus der Reihe der pathologischen Erscheinungen darzubringen gedenke.

1) Die Thatsache. Die exacte Forschung der Neuzeit verlangt vor Allem Thatsachen als Beweis, wir können sie hier glücklicherweise darbringen. Meine Ansichten besagen, dass, da in der Diastole die Querfasern erschlaffen, die Längsfasern sich zusammenziehen, der Längedurchmesser des Herzens also verkürzt, der Querdurchmesser vergrössert werde, und in der Systole das Entgegengesetzte stattfinden müsse. Nun hat Bamberger in dem bekannten Fall am lebenden Individuum bei den in ihrer ganzen natürlichen Lage, Bewegungen und Befestigungen (directen und indirecten) belassenen Brustorganen, für den Längedurchmesser des Herzens in der Systole die Verlängerung, für die Diastole die Verkürzung als über allen Zweifel erhaben, bestätigt. Dass aber im Querdurchmesser des Herzens in der Systole Verkürzung, in der Diastole Verlängerung stattfinde, ist wohl nie einem Zweifel unterworfen gewesen.

2) Der Rhythmus des Herzens und der Arterien ist von jeher anerkannt. Wir sehen in der Contraction der Durchmesser dieser Organe, in den beiden völlig von einander verschiedenen Tönen, in den beiden Rotationen, in dem nur einer Hälfte des Rhythmus angehörigen Herzstoss, diamatral einander entgegengesetzte Zustände, und ist es nach allen physiologischen Regeln als nothwendige Folge anzunehmen, dass 2 einander entgegengesetzte Kräfte bestehen.

3) Dass 2 Herztöne bestehen; mögen wir nun die Contraction der Muskelfasern als Ursache hierfür annehmen, oder den Anprall der Blutwelle an die Valveln.

Entstehen die Töne aus der Contraction der Muskelfasern, so müssen wir für den zweiten Ton (die Diastole) die Contraction einer nicht der Systole angehörigen Faser anerkennen, da eine Erschlaffung keinen Ton hervorbringt. Ist es der Anprall an die geschlossenen Valveln, so muss für die Diastole der Anprall an die geschlossenen Valv. semilunares, also nach oben, von einer der Systole entgegengesetzten Kraft ausgehen. Der Stoss aus der Systole der Atrien würde aber nur schräg gegen das Septum, nicht nach oben gegen die Valv. semilunares gerichtet sein, also keinen Ton hervorbringen.

4) Das Oeffnen und Schliessen der Valveln.

Die Blutwelle, als Ursache derselben angesehen, hat offenbar für sich allein keine Begründung, wir müssen ihr eine *Vis motrix* zu Grunde legen, die, wenn sie in entgegengesetzter Weise wirken soll, auch eine entgegengesetzte *Vis motrix* voraussetzt. Dass nun die Blutwelle sich zwischen die äussere Lamelle und das Herz oder die Gefässwandung drängen soll, um sie zu schliessen, während die Blutwelle in der Mitte zwischen der innern Lamelle mit viel grösserem Volumen sie doch eigentlich aus einander gedrängt, also geöffnet erhalten müsste, konnte nur ein Nothbehelf sein, so lange keine genügende Erklärung vorlag. Es muss hier eine Dynamik bestehen, die dies beschafft. Gäbe es nun nur eine active Schliessung derselben, die mit Erschlaffung abwechselt, so wäre, wenn wir die Bewegung vom Ventrikel ausgehend denken, nur eine Insufficienz der Valv. ost. ven. zugleich mit einer Stenose der Valv. semil. denkbar als Bewegungen, die von den Längsfasern der Ventrikel ausgehen. Nur ein Wechsel der Contraction zwischen Quer und Längsfasern der Ventrikel, Atrien und Arterien nach meinem Postulat ergiebt ein regelmässiges rhythmisches Oeffnen und Schliessen der Valveln.

5) Wir haben in den von der glatten Faser aufgebaueten

Organen stets einen streng vorgezeichneten Gegensatz zweier diametral einander entgegengesetzten Richtungen der Quer- und Längsfaser, wie wir sie in solcher Entschiedenheit bei Weitem nicht in den einander entgegengesetzten willkürlichen Muskeln wiederfinden. Die Contraction einer Muskelfaser ist aber nur in ihrem Längedurchmesser denkbar, wenn die gleichzeitige Erschlaffung der entgegengesetzten Faser stattfindet.

Ich nehme diesen Satz auch für den *Motus peristalticus* der Gedärme, wie überhaupt für ein jedes Gebilde in Anspruch, in welchem der, der glatten Faser eigenthümliche Gegensatz der Substanz in den Muskelfasern stattfindet, wo Quer- oder Ringfasern und Längsfasern in derselben Wandung vereinigt sind.

6) Wir sehen in den Arterien, die ganz wie die Ventrikel (welche letztere nur als ein Anfangsstück der Arterien zu betrachten sind) aus Quer- oder Ringfasern und Längsfasern bestehen, nur mit dem Unterschied, dass sie mehr in Schichten gesondert sind, in der Systole Verkürzung des Querdurchmessers und Schlängelung, also Verlängerung im Längsdurchmesser, in der Diastole hingegen ein Zurückkehren von der Schlängelung, also Verkürzung des Längedurchmessers zugleich mit Vergrösserung (Erweiterung) des Querdurchmessers, also ein entschiedenes Bild dessen, was ich für den Ventrikel gegeben habe, warum sollten wir bei dem entschiedenen Rhythmus am Herzen es läugnen.

7) Der Herzstoss.

Wäre dieser in der Systole, so könnte ja die notorisch verlängerte Herzspitze keinen Stoss von hinten nach vorn hervorbringen, auch hat Bamb. ihn in dem traumatischen Fall in der Systole nicht bemerkt, in welcher er hätte gefühlt werden müssen. Es konnte also der Herzstoss in der Systole

nur von der Herzmitte herrühren, die freilich in ihrem Dickedurchmesser von vorn nach hinten zunimmt, und daselbst einen Choc hervorbringen könnte: dem widerstreben aber alle Ergebnisse der Auscultation, und der unmittelbaren Anschauung, da in diesem Falle der Herzstoss in dem höheren Intercostalraum stattfinden müsste. Wir fühlen ferner, wo das Herz mit dem Pericardium verwachsen ist, den Herzstoss bekanntermaassen in der Diastole. Es ist aber diese Verwachsung ein Zustand, der den Herzstoss für den Zeitpunkt, in welchem er vor sich geht, am schärfsten zur Geltung bringen muss, indem dann keine dem Herzstoss nicht angehörige, dieser Bewegung also nicht unmittelbar folgende Substanz (Pericardium und Herzwasser) zwischen Brustwand und der Herzsubstanz sich befindet. Wir haben also am Herzstoss offenbar eine active Thätigkeit in der Herzspitze, die nur der Muskelsubstanz selbst angehören kann.

8) Die Rotationen.

Wir sehen eine Rotation von links nach rechts in der Systole, eine entgegengesetzte selbstständige Rotation von rechts nach links in der Diastole. Wir müssen daher nach allen physiologischen Regeln auf eine Doppelkraft in einem Organ schliessen, das aus quergestreiften glatten Fasern bestehend, schlechterdings nicht den Gesetzen eines aus quergestreiften Fasern einer einzigen Richtung bestehenden willkürlichen Muskels untergeordnet ist. Endlich ist

9) ein jeder Satz nach der Höhe seiner Wahrscheinlichkeit zu würdigen, nach dem Aufgehen der gegebenen Phaenomene in demselben, wie z. B., *si minora majoribus comparare licet,* im Copernicanischen System, für welches keine exacte Gewissheit besteht, die Höhe der Wahrscheinlichkeit als unumstössliche Gewissheit gilt. Ich hoffe aber die bisher nur

auf schwankende Weise erklärten Phaenomene am Herzen nach meinen Ansichten auf anatomischer Basis völlig erklärt dargelegt zu haben.

Ich habe hiermit in diesem vorläufigen Bericht nur die augenfällig und sogleich sich darbietenden physiologischen Beweise für mein System dargelegt. In einer grösseren Arbeit denke ich besonders aus der pathologischen Reihe mehrere Stützen für mein Postulat der im Herzen abwechselnden Dynamik darzubringen, und deren Tragweite zu bestimmen, vorher aber als einen nothwendigen Theil dieser Arbeit die Innervation der Quer- und Längsfaser darzulegen.

Der Leser erlaube mir nur noch einige Worte über die Form dieser Abhandlung. Ursprünglich für den mündlichen Vortrag in der Carlsruher Versammlung bestimmt, an deren Besuch aber durch mehrere wichtige Fälle in der Praxis behindert, arbeitete ich sie mehr mundgerecht für das Erscheinen in einem bekannten Journal aus. Die Redaction desselben glaubte jedoch nach monatlanger Durchsicht des Manuscripts wegen des ihr unwahrscheinlichen diastolischen Herzstosses und einiger anderer nicht benannter streitiger Fragen die Vertretung meiner Sätze nicht übernehmen zu können, eine Forderung, welche an die Red. zu stellen, mir nicht entfernt in den Sinn kam. Doch dem sei, wie ihm wolle,

jacta alea est.

Gedruckt bei Julius Sittenfeld in Berlin.